

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
за матеріалами XI Всеукраїнської науково-практичної конференції  
**«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:**  
**ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»**

18 грудня 2025 року



**Полтава 2025**

**УДК 621.396:519.21:519.85**

*О.В. Шефер, д.т.н., професор,*

*О.С. Ястреба, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **АДАПТИВНА ОПТИМІЗАЦІЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ЗА УМОВ ДІЇ ВИПАДКОВИХ ЗБУРЕНЬ**

Сучасний етап розвитку радіотехніки характеризується ускладненням структури пристроїв та систем, підвищенням вимог до точності обробки сигналів, надійності функціонування та енергоефективності. При цьому реальні умови експлуатації радіотехнічних пристроїв супроводжуються дією різноманітних випадкових збурень, зумовлених внутрішніми шумами елементної бази, зовнішніми завадами, нестабільністю параметрів компонентів, температурними впливами та змінами навколишнього середовища. Наявність таких збурень істотно впливає на якісні показники роботи радіотехнічних пристроїв і може призводити до зниження точності, втрати інформації, зростання похибок вимірювання та зменшення загальної ефективності систем.

Традиційні підходи до аналізу та оптимізації радіотехнічних пристроїв здебільшого базуються на детермінованих моделях, які не повною мірою відображають реальні умови функціонування. У зв'язку з цим актуальним є розроблення методик, що дозволяють враховувати випадковий характер збурень уже на етапі математичного моделювання, синтезу та оптимізації параметрів пристроїв радіотехніки.

У даній роботі запропоновано методику оптимізації роботи радіотехнічних пристроїв з урахуванням дії випадкових збурень, яка базується на використанні стохастичних моделей і методів теорії ймовірностей та математичної статистики. Методика передбачає формування узагальненої математичної моделі радіотехнічного пристрою у вигляді системи рівнянь, параметри яких описуються як випадкові величини або випадкові процеси з відомими статистичними характеристиками. Особливу увагу приділено моделюванню шумів і завад, що найбільш суттєво впливають на якість обробки сигналів.

У рамках запропонованого підходу здійснюється аналіз статистичних характеристик вихідних сигналів пристрою, зокрема математичного сподівання, дисперсії, кореляційних функцій та спектральних щільностей. На основі цього формуються критерії оптимізації, які можуть включати мінімізацію середньоквадратичної похибки, максимізацію відношення сигнал/шум, забезпечення стійкості до параметричних збурень та зменшення енергетичних витрат. Залежно від призначення радіотехнічного

пристрою можливе використання багатокритеріальної оптимізації з урахуванням вагових коефіцієнтів.

Для пошуку оптимальних параметрів у роботі розглянуто застосування методів стохастичної оптимізації, зокрема градієнтних методів із випадковими збуреннями, методів Монте-Карло, а також адаптивних алгоритмів налаштування, які дозволяють коригувати параметри пристрою в реальному часі залежно від поточних умов функціонування. Запропонована методика є універсальною та може бути адаптована до різних класів радіотехнічних пристроїв, включаючи підсилювачі, фільтри, приймально-передавальні тракти та системи обробки сигналів.

Результати комп'ютерного моделювання свідчать, що використання стохастичного підходу до оптимізації дозволяє суттєво підвищити завадостійкість та стабільність роботи радіотехнічних пристроїв порівняно з детермінованими методами. Зокрема, досягнуто зменшення середньоквадратичної похибки вихідного сигналу та покращення показників відношення сигнал/шум у широкому діапазоні рівнів випадкових збурень. Це підтверджує доцільність урахування випадкових факторів на етапі проектування та налаштування радіотехнічних систем.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості використання запропонованої методики під час проектування, модернізації та експлуатації радіотехнічних пристроїв у телекомунікаційних системах, радіолокації, навігації та системах автоматичного керування. Подальші дослідження доцільно спрямувати на експериментальну перевірку методики та її адаптацію до конкретних апаратних платформ і умов реальної експлуатації.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Куліш О. В., Ковальчук П. В. *Стохастичні методи обробки сигналів у радіотехнічних системах : монографія.* – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2020. – 284 с.
2. Гаврилюк В. І., Литвиненко О. Є. *Аналіз впливу шумів і завад на характеристики радіотехнічних пристроїв // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Радіотехніка».* – 2021. – № 84. – С. 45–52.
3. Zhang Y., Wang X., Chen L. *Stochastic optimization methods for robust radio-frequency system design // IEEE Transactions on Communications.* – 2022. – Vol. 70, No. 6. – P. 3921–3933.
4. Сергієнко І. В., Гнатюк С. О. *Методи оптимізації в радіоелектроніці та телекомунікаціях.* – Київ : Наукова думка, 2018. – 412 с.

**ADAPTIVE OPTIMIZATION OF RADIO DEVICES UNDER THE  
CONDITIONS OF RANDOM DISTURBANCES**

*O. Shefer, Doctor of Science, professor,*

*O. Yastreba, postgraduate*

*National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"*